

Asupan Yodium, Ekskresi Yodium Urine, dan Goiter pada Wanita Usia Subur di Daerah Endemis Defisiensi Yodium

Iodine Intake, Urinary Iodine Concentration, and Goitre on Women of Childbearing Age at Endemic Areas of Iodine Deficiency

Mutalazimah* Budi Mulyono** Bhisma Murti*** Saifuddin Azwar****

*Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta, **Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, ***Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, ****Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Rendahnya asupan yodium berhubungan dengan ekskresi yodium urine (EYU) yang tidak normal. Asupan yodium yang terlalu rendah juga menyebabkan kelenjar tiroid tidak mampu mempertahankan sekresi hormon yang adekuat sehingga timbul hipertrofi tiroid yang menimbulkan goiter. Penelitian ini bertujuan menguji hubungan asupan yodium, EYU, dan goiter pada wanita usia subur (WUS) di daerah endemis defisiensi yodium. Penelitian observasional potong lintang ini dilakukan pada 115 WUS di Kecamatan Prambanan Sleman yang dipilih secara random. Asupan yodium diukur menggunakan metode *food recall* 24 jam, EYU diukur dengan metode *acid digestion*, dan goiter diukur dengan cara palpasi. Hubungan antarvariabel dianalisis dengan uji *kai kuadrat*. Hasil penelitian menunjukkan subjek dengan asupan yodium kurang sebanyak 83,5% dan asupan yodium cukup sebanyak 16,5%. Subjek dengan goiter sebanyak 13% dan tanpa goiter sebanyak 87%. Subjek defisiensi yodium sebanyak 15,7% (tingkat berat 2,6%; tingkat sedang 3,5%; tingkat ringan 9,6%), yang normal sebanyak 31,3%, sedangkan yang lebih sebanyak 20,8% dan eksekse sebanyak 32,2%. Asupan yodium berhubungan dengan EYU, tetapi goiter tidak berhubungan dengan asupan yodium dan EYU.

Kata kunci: Asupan yodium, goiter, wanita usia subur, yodium urine

Abstract

The low iodine intake, associated with insufficiency of urinary iodine concentration (UIC). Iodine intake is too low, also causes the thyroid gland is unable to maintain adequate hormone secretion, influence the thyroid hypertrophy that causes goitre. This study aimed to examine the relationship of iodine intake, UIC, and goiter on women of childbearing age in endemic areas of iodine deficiency. This cross-sectional observational study was performed 115 randomly selected women of childbearing age at sub-district of Prambanan, Sleman Regency. Iodine intake was measured using 24-hour food recall method, UIC measured by acid digestion method, and goiter measured by palpation method. The association between variables

were analyzed by chi square test. The result that subjects with less iodine intake 83.5%, and 16.5% sufficient iodine intake. Subjects with goiter 13%, 87% non goitre. Iodine deficiency subjects 15.7% (severe 2.6%; moderate 3.5%; mild 9.6%), adequate 31.3%, more than adequate 20.8%, and excessive 32.2%. Iodine intake associated with UIC, but not related between goitre with iodine intake and UIC.

Keywords: iodine intake, goitre, women of childbearing age, urinary iodine

Pendahuluan

Defisiensi yodium merupakan jadi masalah kesehatan masyarakat karena menyebabkan berbagai sindrom yang disebut dengan gangguan akibat kekurangan yodium (GAKY), yang berdampak pada penurunan kualitas sumber daya manusia. GAKY masih menjadi masalah gizi utama karena dari 42 juta penduduk yang tinggal di daerah endemis, sebanyak 10 juta orang menderita gondok dan 750 ribu orang menderita kretin. Hasil survei di seluruh Indonesia menunjukkan peningkatan prevalensi *Total Goiter Rate* (TGR) dari 9,8% pada tahun 1998 menjadi sebesar 11,1% pada tahun 2003.¹ Sementara itu, ditemukan penderita gondok di Kabupaten Sleman sebanyak 18,1% dan di Kecamatan Prambanan sebanyak 35,8%, serta di Kecamatan Cangkringan sebanyak 70% anak sekolah dasar menderita defisiensi yodium dan sebanyak 10% mengalami eksekse yodium.^{2,3}

Gangguan fungsi tiroid pada wanita terjadi 4 hingga 10 kali lebih sering dibandingkan dengan pria, khususnya pada usia produktif.⁴ Tidak terdeteksinya wanita usia

Alamat Korespondensi: Mutalazimah, Program Studi Gizi FIK Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Solo Jawa Tengah 57102, Hp. 08156859388, e-mail: mutalazimah@gmail.com

produktif yang menderita gangguan tiroid akan menimbulkan risiko kehamilan, seperti keguguran dan kematian janin.⁵ Selain itu, gangguan fungsi tiroid juga berdampak negatif terhadap anak yang dilahirkan, seperti *congenital hypothyroidism*, kretinisme, keterbelakangan mental, gangguan perkembangan psikomotor, dan menurunnya kecerdasan pada anak yang akan dilahirkannya karena IQ anak dapat menjadi lebih rendah 4 sampai 7 poin.^{4,5}

Permasalahan baru yang terjadi di daerah endemis GAKY adalah adanya eksek yodium yang terjadi pada 74% wanita usia subur di daerah endemis Saharawi.⁶ Tidak berbeda dengan defisiensi, eksek yodium juga berisiko terhadap kesehatan, seperti mengakibatkan tiroiditis, hipertiroid, hipotiroid, goiter, dan berbagai dampak *iodine induced hyperthyroidism* (IIH) dengan berbagai manifestasi, antara lain meningkatnya denyut nadi, menurunnya berat badan, keringat berlebihan, dan tremor. IIH juga berkaitan dengan *autoimmune thyroid disease* (AITD) dan kecenderungan terjadinya hipertiroid subklinis yang ditandai dengan penurunan kadar *thyroid stimulating hormone* (TSH), namun kadar *free T4* (FT4) masih normal.⁷⁻⁹

Defisiensi atau eksek yodium diketahui dengan pemeriksaan kadar yodium dalam urine sebagai indikator terbaik atau *accurate marker*.^{10,11} Hal tersebut didasarkan pada alasan bahwa sebagian yodium yang tertelan diekskresikan dalam urine sehingga pengukuran ekskresi yodium urine (EYU) memberikan perkiraan yang akurat dari asupan yodium yang berasal dari makanan.¹² Kondisi defisiensi dan eksek yodium juga berkaitan dengan goiter, yang merupakan fenomena gunung es dengan manifestasi dampak lain yang lebih luas.¹³ Di daerah endemis defisiensi yodium, goiter dapat dijadikan indikator untuk mengetahui gangguan asupan yodium.¹⁰ Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui deskripsi dan hubungan antara asupan yodium, EYU, dan goiter pada wanita usia produktif di daerah endemis defisiensi yodium.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian observasional yang dilakukan dengan pendekatan potong lintang dan dilakukan di daerah endemis defisiensi yodium di Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Populasi sasaran dalam penelitian ini adalah semua wanita yang berumur 18 – 45 tahun di daerah endemis defisiensi yodium, sedangkan populasi studi adalah wanita yang berumur 18 – 45 tahun yang tinggal di Desa Gayamharjo, Wukirharjo, dan Sumberharjo Kecamatan Prambanan. Jumlah sampel dipilih dari 2.760 WUS dan didapatkan 115 WUS dengan teknik *simple random sampling*.

Asupan yodium diukur menggunakan metode *food recall* 24 jam, dan dikategorikan kurang (jika ≤ 100 μg /

hari) dan cukup (jika > 100 μg /hari). Data EYU diambil melalui prosedur tetap pengambilan spesimen urine dan dianalisis di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan Akibat Kekurangan Yodium Magelang Jawa Tengah dengan menggunakan metode *acid digestion*. Kategori EYU menurut *World Health Organization* dibagi menjadi empat, yaitu defisiensi yodium jika kadar EYU < 100 $\mu\text{g/L}$ (tingkat berat jika < 20 $\mu\text{g/L}$; tingkat sedang jika $20 - 49$ $\mu\text{g/L}$ dan tingkat ringan jika $50 - 99$ $\mu\text{g/L}$), normal jika $100 - 199$ $\mu\text{g/L}$, lebih jika $200 - 299$ $\mu\text{g/L}$, dan eksek jika ≥ 300 $\mu\text{g/L}$. Goiter diukur menggunakan metode palpasi oleh tenaga terlatih, dengan kategori “ya” jika teraba atau terlihat, dan “tidak” jika tidak teraba atau tidak terlihat. Hubungan status asupan yodium, status yodium urine, dan goiter dianalisis menggunakan uji *kai kuadrat*. Penelitian ini telah mendapatkan *ethics committee approval* dari *Medical and Health Research Ethics Committee* (MHREC) Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan nomor KE/FK/270/EC.

Hasil

Karakteristik demografi subjek penelitian, meliputi usia, tingkat pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan. Hasil menunjukkan distribusi frekuensi subjek pada setiap kategori variabel yang berkaitan dengan kondisi sosiodemografi. Sebagian besar subjek berada pada kategori umur 19 – 35 tahun. Kategori pendidikan dasar (SD dan SLTP) dan lanjutan (SLTA ke atas) didasarkan pada Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003. Pendapatan didasarkan pada Upah Minimum Regional di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu sebesar Rp892.660,00. Berdasarkan pengategorian tersebut, penelitian ini menemukan status pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan subjek sebagian besar ($> 50\%$) tergolong rendah (Tabel 1).

Karakteristik asupan yodium di daerah endemis defisiensi yodium menjadi salah satu indikator permasalahan defisiensi yodium. Asupan yodium subjek sebagian besar kurang, dengan nilai rerata dan median lebih rendah dari Angka Kecukupan Gizi (AKG). Penelitian ini menggunakan ambang batas 100 μg /hari didasarkan pada nilai optimal AKG yodium untuk WUS, sebesar 150

Tabel 1. Karakteristik Demografi Responden

Variabel	Kategori	n	%
Usia	19 – 35 tahun	71	61,7
	> 35 tahun	44	38,3
Pendidikan	Dasar	77	67,0
	Lanjutan	38	33,0
Pekerjaan	Bekerja	59	51,3
	Tidak bekerja	56	48,7
Pendapatan	\leq Upah minimum regional	103	89,6
	$>$ Upah minimum regional	12	10,4

Tabel 2. Karakteristik Responden Menurut Asupan Yodium

Kategori Asupan Yodium	n	%	Minimum (µg/hari)	Maksimum (µg/hari)	Rerata Total (µg/hari)	Median Total (µg/hari)	SD (µg/hari)
Kurang	96	83,5	28,0	97,3	64,7	46,4	44,3
Cukup	19	16,5	106,1	266,0			

Tabel 3. Karakteristik Yodium Urine Responden

Kategori Yodium Urine	n	%	Rerata	Minimal	Maksimal	Rerata Total	Median Total	SD
Defisiensi	18	15,7	57,3	0	98	247,3	205	158,5
Normal	36	31,3	151,4	107	197			
Lebih	24	20,8	246,5	202	296			
Ekses	37	32,2	433,5	307	774			

Tabel 4. Hubungan Asupan Yodium dan Ekskresi Yodium Urine

Kategori Asupan Yodium	Kategori Ekskresi Yodium Urine								Nilai p
	Defisiensi		Normal		Lebih		Ekses		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kurang	15	15,6	25	26	21	21,9	35	36,5	0,033
Cukup	3	15,8	11	57,9	3	15,8	2	10,5	

µg/hari dan ambang batas asupan minimal pemeliharaan kelenjar tiroid untuk mempertahankan sekresi hormon yang adekuat sebesar 50 µg/hari (Tabel 2).

Salah satu determinan gangguan fungsi tiroid dapat diukur melalui EYU. Hasil pengukuran EYU subjek dan distribusi frekuensi subjek menyebar pada semua kategori, dengan persentase terbesar pada ekses yodium. Sementara itu, pada kategori defisiensi penelitian ini juga menemukan subjek yang mengalami defisiensi ringan, sedang, dan berat. Identifikasi EYU ini dilakukan melalui prosedur tetap untuk meningkatkan akurasi, seperti penampungan urine dengan cara yang steril, pengemasan yang aman, dan analisis yang dilakukan secara cermat (Tabel 3).

Selain EYU, pengukuran lain sebagai tambahan untuk melakukan justifikasi defisiensi yodium jangka panjang adalah melalui palpasi goiter. Penelitian ini, menemukan subjek di wilayah penelitian di Kecamatan Prambanan yang mengalami pembesaran kelenjar tiroid sebesar 13% (terdiri dari 5,2% *palpable goiter* dan 7,8% *visible goiter*).

Ekskresi yodium urine memberikan perkiraan yang akurat dari asupan yodium yang berasal dari makanan. Tabel 4 menunjukkan pola hubungan antara asupan yodium dan EYU pada subjek. Hampir tidak ada perbedaan persentase subjek dengan EYU kurang, pada subjek yang mempunyai asupan yodium kurang dan cukup. Namun, ada kecenderungan subjek dengan kadar EYU

normal, lebih besar berasal dari subjek yang mempunyai asupan yodium cukup, sedangkan yang lebih dan ekses lebih besar berasal dari yang asupan yodium kurang.

Hasil uji kai kuadrat menunjukkan ada hubungan signifikan (nilai $p = 0,033$) antara asupan yodium dan EYU. Pola hubungan antara asupan yodium, EYU, dan goiter serta hasil uji kai kuadrat. Angka goiter menyebar pada setiap kategori asupan yodium dan EYU. Hal ini berarti goiter dialami oleh subjek, baik yang asupan yodium kurang, maupun asupan cukup. Demikian juga, goiter bermanifestasi pada subjek dengan kadar EYU kurang, lebih, ekses bahkan yang normal. Tidak terdapat perbedaan persentase subjek yang mempunyai goiter, antara masing-masing kategori asupan yodium dan EYU. Diperkuat dengan hasil uji kai kuadrat yang menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan yodium dan goiter (nilai $p = 0,466$), serta EYU dan goiter (nilai $p = 0,754$) (Tabel 5).

Penelitian ini menemukan bahwa angka goiter menyebar pada setiap kategori asupan yodium dan EYU. Hal ini menunjukkan bahwa goiter dialami oleh subjek, baik yang asupan yodium kurang maupun asupan cukup. Selain itu, goiter bermanifestasi pada subjek dengan kadar EYU kurang, lebih, ekses, bahkan yang normal. Berdasarkan pola kecenderungan hubungan pada Tabel 5, tidak terdapat perbedaan persentase subjek yang mempunyai goiter, antara masing-masing kategori asupan yodium dan EYU. Hasil uji kai kuadrat menunjukkan

Tabel 5. Hubungan Asupan Yodium dan Ekskresi Yodium Urine dengan Goiter

Variabel	Kategori	Kategori Goiter				Nilai p
		Ya		Tidak		
		n	%	n	%	
Asupan yodium	Kurang	14	14,6	82	85,4	0,466
	Cukup	1	5,3	18	94,7	
Yodium urine	Defisiensi	1	5,6	17	94,4	0,754
	Normal	5	13,9	31	86,1	
	Lebih	4	16,7	20	83,3	
	Ekses	5	13,5	32	86,5	

tidak ada hubungan yang signifikan antara asupan yodium dan goiter (nilai $p = 0,466$) serta EYU dan goiter (nilai $p = 0,754$).

Pembahasan

Sebagian besar subjek berumur antara 19 – 35 tahun, hal ini menunjukkan bahwa subjek tergolong wanita dalam kelompok usia reproduksi sehat, yang berpeluang besar mengalami kehamilan. Kelompok umur reproduktif yang tinggal di wilayah endemis defisiensi yodium ini, akan rentan terhadap risiko kehamilan, seperti keguguran, kematian janin, dan melahirkan anak kretin, bahkan dengan prevalensi masing-masing yang bisa mencapai 23%, 25%, dan 10%.⁵

Semua kondisi demografi subjek yang sebagian besar relatif rendah, seperti pendidikan SD dan SLTP, tidak mempunyai pekerjaan dan pendapatan lebih rendah dari UMR, dapat berkaitan dengan kondisi geografis wilayah penelitian, yang merupakan daerah endemis defisiensi yodium. Dengan kondisi tersebut, dukungan sosial ekonomi dan budaya sangat terbatas bagi penduduknya, untuk mengakses pendidikan formal yang lebih tinggi, mendapatkan pekerjaan dan pendapatan yang layak. Tampaknya hal ini cukup relevan jika dikaitkan dengan angka keluarga miskin di Kecamatan Prambanan sebesar 41,8%.¹⁴

Penelitian ini menemukan bahwa sebagian besar subjek yang mempunyai asupan yodium kurang (83,5%), dengan median 46,4 µg/hari (28 – 266). Sementara itu, rata-rata asupan yodium subjek tergolong rendah yakni $64,7 \pm 44,3$ µg/hari jika dibandingkan dengan AKG sebesar 150 µg/hari. Cukup besarnya persentase subjek dengan asupan yodium kurang, dapat dikaitkan dengan hasil *food recall* 24 jam. Hal ini relevan dengan keterbatasan subjek untuk menjangkau diversifikasi pangan sumber yodium. Jenis bahan makanan yang sering dikonsumsi, lebih banyak pada jenis karbohidrat seperti nasi, singkong, ubi, jagung, dan sayur serta buah hasil kebun sendiri, seperti daun singkong, bayam, daun pepaya, pepaya, dan pisang. Selain itu, sebagai konsekuensi lain dari kondisi geografis tersebut, adalah rendahnya akses

subjek terhadap bahan pangan yang berasal dari laut seperti ikan. Asupan yodium yang kurang pada subjek dapat di dukung juga oleh kondisi geografi di daerah endemis defisiensi yodium, seperti di La Pampa dan San Juan Argentina dengan kondisi tanah yang memiliki kandungan yodium rendah, yakni sebesar < 3,1 mg/kg.¹⁵

Terdapat hubungan antara asupan yodium dan EYU subjek, jika asupan yodium cukup, EYU juga akan optimal. Sebaliknya, jika asupan kurang dari 50 µg/hari, maka sangat sedikit yodium yang diekskresikan dalam urine.

Penelitian ini menemukan subjek defisiensi yodium sebesar 15,7% (tingkat berat sebesar 2,6%; tingkat sedang sebesar 3,5%; tingkat ringan sebesar 9,6%). Di Kashmir India, ditemukan defisiensi yodium pada WUS sebesar 42% (tingkat berat sebesar 5%; tingkat sedang sebesar 9%; tingkat ringan sebesar 28%). Di Sydney, defisiensi yodium mencapai 58% (tingkat berat sebesar 12%; tingkat sedang sebesar 20%; tingkat ringan sebesar 26%). Penelitian ini juga mendapatkan subjek kelebihan yodium sebesar 20,8% dan ekses yodium sebesar 32,2%. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai median EYU sebesar 205 (0 – 774) µg/L. Hasil ini hampir serupa dengan penelitian pada ibu hamil di Jepang dengan median EYU sebesar 219 (18 – 16.300) µg/L. Nilai median tersebut memberikan petunjuk bahwa, status yodium subjek di wilayah endemis telah mengalami pergeseran, melebihi ambang batas median EYU untuk menentukan endemisitas defisiensi yodium, sebesar 50 µg/l.¹⁶⁻¹⁸

Ditemukannya angka ekses yodium pada penelitian ini merupakan fenomena keberhasilan program eliminasi defisiensi yodium. Dari lima miliar penduduk, lebih dari dua pertiga penduduk yang tinggal di negara yang terdampak kekurangan yodium, sekarang telah dapat mengakses asupan yodium melalui garam beryodium. Ekses yodium juga terjadi karena terapi obat antitiroid, ekses obat-obatan yang mengandung kadar yodium tinggi, seperti amiodarone dan ekspektoran termasuk *glycerol* dan *organidin*, media kontras seperti tomografi atau arteriografi, air minum dengan yodium yang berlebihan, penggunaan antiseptik pada industri makanan dan minuman terutama produk susu, industri makanan dan min-

man dengan bahan baku kaya yodium seperti rumput laut atau adanya fortifikasi yodium.^{10,11,19} Bahkan beberapa tahun terakhir ini, telah banyak *dietary supplement* (DS) yang mengandung yodium, telah dikonsumsi oleh sekurang-kurangnya 22,3% wanita usia subur.²⁰

Prevalensi goiter, menjadi indikator untuk menyatakan endemisitas defisiensi yodium di suatu wilayah, dan menjadi masalah kesehatan masyarakat dengan ambang batas 5%. Penelitian ini menemukan prevalensi goiter pada WUS sebesar 13%. Hal ini membuktikan bahwa wilayah penelitian tergolong endemis tingkat ringan. Beberapa penelitian menunjukkan prevalensi goiter yang lebih tinggi, seperti di Iran sebesar 22,8%,²¹ dan di India 18,8%.²² WHO membuat kategori endemisitas suatu wilayah berdasarkan TGR, yaitu TGR di bawah 5% dikategorikan sebagai cukup yodium; TGR 5,0 – 19,9% dikategorikan sebagai defisiensi yodium tingkat ringan; TGR 20,0 – 29,9% dikategorikan sebagai defisiensi yodium tingkat sedang; dan di atas 30% dikategorikan sebagai defisiensi yodium tingkat berat.¹⁰

Penelitian ini menemukan bahwa goiter dialami oleh subjek dengan asupan yodium kurang dan cukup, serta subjek yang mempunyai EYU kurang, normal, kelebihan maupun eksek. Asupan yodium yang terlalu rendah, menyebabkan kelenjar tiroid tidak mampu mempertahankan sekresi hormon yang adekuat sehingga timbul hipertrofi tiroid dan gangguan tiroid. Goiter juga timbul pada subjek yang mengalami eksek yodium, disebabkan oleh aktivitas kelenjar tiroid yang berlebihan dalam mensekresi hormon tiroid, terjadi peningkatan metabolisme semua zat gizi yang berdampak pada peningkatan *glomerular filtration rate* (GFR), sehingga meningkatkan yodium yang keluar melalui ginjal. Kondisi ini akan menurunkan yodium dalam plasma, yang menimbulkan kompensasi pada kelenjar tiroid untuk mencukupi kebutuhan hormon tiroid dengan meningkatkan aktivitasnya sehingga timbul goiter.¹⁰ Namun, penelitian ini tidak menemukan hubungan yang signifikan antara asupan yodium dan goiter serta EYU dan goiter. Relevansi yang mendasari penemuan ini adalah goiter pada kondisi defisiensi dan eksek yodium merupakan gejala klinis yang bermanifestasi dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga pendekatan belah lintang pada penelitian ini kurang mewakili pembuktian keterkaitan yang sesungguhnya.¹³ Selain itu, goiter juga bisa timbul karena kondisi *thyroid autoimmunity* yang tidak diteliti pada penelitian ini.

Kesimpulan

Penelitian ini menemukan 83,5% WUS mempunyai asupan yodium kurang. Karakteristik EYU menunjukkan bahwa sebanyak 15,7% WUS mengalami defisiensi yodium, sebanyak 20,8% WUS kelebihan yodium, dan sebanyak 32,2% WUS eksek yodium. Sementara itu,

ditemukan WUS yang mempunyai goiter sebesar 13%, menunjukkan bahwa di lokasi penelitian, yakni Kecamatan Prambanan termasuk kategori daerah endemis defisiensi yodium tingkat ringan. Penelitian ini menemukan ada hubungan asupan yodium dan EYU, dan tidak menemukan hubungan antara asupan yodium dengan goiter, demikian juga tidak menemukan hubungan EYU dan goiter.

Saran

Hasil penelitian ini, bisa dijadikan bahan masukan bagi instansi pemegang kebijakan kesehatan terkait untuk melakukan pemutakhiran data yang berkaitan dengan defisiensi yodium dan merencanakan langkah-langkah intervensi agar masalah defisiensi dan eksek yodium pada WUS di daerah endemis defisiensi yodium ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu mengoptimalkan status gizi dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Bagi penelitian selanjutnya, perlu mengembangkan desain penelitian dengan pendekatan kohor, serta menambah penanda laboratorium lain, seperti *thyroid stimulating hormone* (TSH), *free-tetraiodonitronin* (FT4), dan *free-triiodotironin* (FT3).

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada segenap pimpinan Universitas Muhammadiyah Surakarta, juga kepada segenap pengelola program doktor Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Penulis juga berterima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas dukungan dana melalui skim Penelitian Disertasi Doktor. Terima kasih juga kepada semua responden yang bersedia membantu dalam kepentingan pengembangan keilmuan serta semua yang terlibat dalam penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

1. Tim Gangguan Akibat Kekurangan Yodium Pusat. Rencana aksi nasional kesinambungan program penanggulangan gangguan akibat kurang yodium. Jakarta: Tim Gangguan Akibat Kekurangan Yodium Pusat; 2005.
2. Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman. Hasil pemantauan garam ber-yodium dan pemutakhiran data GAKY Kabupaten Sleman. Sleman: Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman; 2005.
3. Mutalazimah, Asyanti S. Angka kecerdasan anak sekolah menurut perspektif kadar yodium dalam urine. Jurnal Nutrisia. 2010; 12(1): 1-7.
4. Stockigt J. Clinical strategies in the testing of thyroid function[monograph on the Internet]. Melbourne (Australia): Monash University and Alfred and Apworth Hospital; 2011 [cited 2011 Dec 26]. Available from: <http://www.thyroidmanager.org/wp-content/uploads/chapters/>

- clinical-strategies-in-the-testing-of-thyroid-function.pdf.
5. Bashir S, Shabbir I, Hussain R, Islam M, Aasim M. Thyroid status and urinary iodine levels in women of endemic goiter area. *Pakistan J Med Res* [serial on the internet]. 2012 [cited 2013 Aug 8]; 51(4):136-8. Available from: <http://www.pakmedinet.com/journal/11/1/December/2012/51%284%29>.
6. Henjum S, Barikmo I, Strand TA, Oshaug A, Torheim LE. Iodine-induced goitre and high prevalence of anaemia among Saharawi refugee women. *Public Health Nutr* [serial on theInternet]. 2012 [cited 2013 Aug 20]; 15(8): 1512-8. Available from: <http://journals.cambridge.org/download>.
7. Burgi H. Iodine excess. Best practice and research clinical endocrinology metabolism [serial on the internet]. 2010 [cited 2010 Dec 20]; 24(1): 107-15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2017-2475>.
8. Yaman AK, Demirel F, Ermis B, Piskin IE. Maternal and neonatal urinary iodine status and its effect on neonatal TSH levels in a mildly iodine-deficient area. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* [serial on theInternet]. 2013; 5(2): 90-4 [cited 2013 Aug 20]. Available from: <http://www.jcrpe.org/sayilar/46/buyuk/90-94.pdf>
9. Vanderpump MPJ. The epidemiology of thyroid disease. *British Med Bull* [serial on the internet]. 2011; 99: 39-51 [cited 2013 Jun 27]. Available from: <http://www.bmb.oxfordjournals.org/content/99/1/39.full.pdf>.
10. Zimmermann MB. Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: a review. *American Journal of Clinical Nutrition* [serial on the internet]. 2009 [cited 2010 Dec 26]; 89 (suppl): 668S-72S. Available from: <http://ajcn.nutrition.org/content/89/2/668S.full.pdf+html>.
11. Ara G, Boonstra AM, Roy SK, Alam N, Ahmed S, Khatun UHF, et al. Sub clinical iodine deficiency still prevalent in Bangladeshi adolescent girls and pregnant women. *Asian Journal of Clinical Nutrition*[serial on theInternet]. 2010 [cited 2011 Jan 11]; 2(1): 1-12. Available from: <http://edepot.wur.nl/135313>.
12. Demers LM, Spencer CA. Laboratory medicine practice guidelines: laboratory support for the diagnosis and monitoring of thyroid disease. Washington: National Academy of Clinical Biochemistry; 2002.
13. Medani AMMH, Elnour AA, Saeed AM. Endemic goitre in the Sudan despite long-standing programmes for the control of iodine deficiency disorders. *Bull World Health Org* [serial on the Internet]. 2011 [cited 2011 Oct 5]; 89: 121-6. Available from: <http://www.who.int/bulletin/volumes/89/2/09-075002/en/>.
14. Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. Prambanan dalam angka [homepage on the Internet]. Sleman: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman; 2007 [cited 2011 May 12]. Available from: <http://sleman.kab.bps.go.id>.
15. Watts MJ, O'Reilly J, Marcelli A, Coleman A, Ander EL, Ward NI. A snapshot of environmental iodine and selenium in La Pampa and San Juan provinces of Argentina [monograph on the Internet]. Nottingham (UK): British Geological Survey; 2010 [cited 2013 Aug 21]. Available from: http://epubs.surrey.ac.uk/203304/1/REvised%20Explo02071Argentina_I_Sev2wattsetal.pdf
16. Bashir H, Farooq R, Bhat MH, Majid S. Increased prevalence of sub-clinical hypothyroidism in females in mountainous valley of Kashmir. *Indian J Endocrinol Metab* [serial on the Internet]. 2013 [cited 2013 Aug 20]; 17(2): 276-80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3683204/>
17. Blumenthal N, Byth K, Eastman CJ. Iodine intake and thyroid function in pregnant women in a private clinical practice in Northwestern Sydney before mandatory fortification of bread with iodised salt. *Journal Thyroid Res* [serial on the internet]. 2012 [cited 2013 Jul 23]:1-6. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/jtr/2012/798963/>.
18. Fuse Y, Ohashi T, Yamaguchi S, Yamaguchi M, Shishiba Y, Irie M. Iodine status of pregnant and postpartum Japanese women: effect of iodine intake on maternal and neonatal thyroid function in an iodine-sufficient area. *J Clin Endocrinol Metab* [serial on the Internet]. 2011 [cited 2013 Aug 20]; 96(12): 3846-54. Available from: <http://www.jcem.endo-journals.org>.
19. Rhee CM, Bhan I, Alexander EK, Brunelli SM. Association between iodinated contrast media exposure and incident hyperthyroidism and hypothyroidism. *Arch Internal Med* [serial on the Internet]. 2012 [cited 2013 Aug 10]; 172(2): 153-9. Available from: <http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1108674>.
20. Gahche JJ, Bailey RL, Mirel LB, Bailey RL, Mirel LB, Dwyer JT. The prevalence of using iodine-containing supplements is low among reproductive-age women, NHANES 1999-2006. *J Nutr* [serial on the Internet]. 2013 [cited 2013 Jul 15]; 143(6): 872-7. Available from: <http://jn.nutrition.org/content/early/2013/04/24/jn.112.169326.short?rss=1>.
21. Aminorroaya A, Janghorbani M, Amini M, Hovsepian S, Tabatabaei A, Fallah Z. The prevalence of thyroid dysfunction in an iodine-sufficient area in Iran. *Arch Iranian Medicine* [serial on the internet]. 2009; 2(3): 262-70 [cited 2013 Jun 20]. Available from: <http://razi.ams.ac.ir/-AIM/NEWPUB/09/12/3/009.htm>.
22. Menon VU, Chellan G, Sundaram KR, Murthy S, Kumar H, Unnikrishnan AG, et al. Iodine status and its correlations with age, blood pressure, and thyroid volume in South Indian women above 35 years of age (Amrita thyroid survey). *Indian J Endocrinol Metabolism* [serial on the Internet]. 2011 [cited 2013 Jun 10]; 15(4): 309-15. Available from: <http://www.ijem.in/text.asp?2011/15/4/309/85584>.